



【特許請求の範囲】

【請求項1】 風車と、

前記風車によって回転されるロータを有する交流発電機と、  
前記交流発電機に接続された整流回路と、  
前記整流回路に接続された電力変換回路と、  
前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、  
前記風車の回転数を検出するための回転検出器と、  
前記風車の基準回転数を設定するための基準回転数設定器と、  
前記回転検出器と前記基準回転数設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記回転検出器から得られた検出回転数が前記基準回転数を超えた時に、前記電力変換回路の入力電圧 ( $V_{in}$ ) と出力電圧 ( $V_{out}$ ) との比 ( $V_{out}/V_{in}$ ) を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置。

【請求項2】 風車と、

前記風車によって回転されるロータを有する直流発電機と、  
前記直流発電機に接続された電力変換回路と、  
前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、  
前記風車の回転数を検出するための回転検出器と、  
前記風車の基準回転数を設定するための基準回転数設定器と、  
前記回転検出器と前記基準回転数設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記回転検出器から得られた検出回転数が前記基準回転数を超えた時に、前記電力変換回路の入力電圧 ( $V_{in}$ ) と出力電圧 ( $V_{out}$ ) との比 ( $V_{out}/V_{in}$ ) を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置。

【請求項3】 更に、前記電力変換回路の入力電圧 ( $V_{in}$ ) を検出する入力電圧検出回路を有し、

前記制御回路は、  
前記発電機の出力電圧を決定する発電機出力電圧決定手段と、  
前記検出回転数と前記基準回転数との差 ( $\Delta F$ ) を求める第1の減算手段と、  
前記差 ( $\Delta F$ ) が零以下の時には係数値として1を送出し、前記差 ( $\Delta F$ ) が零よりも大きい時には1よりも小さい値の係数を送出する係数発生手段と、  
前記発電機出力電圧決定手段から得られた決定出力電圧に前記係数発生手段から得られた係数を乗算して補正電圧指令信号を形成する乗算手段と、  
前記乗算手段の出力と前記入力電圧検出回路の出力との差 ( $\Delta V_{in}$ ) を求める第2の減算手段と、  
前記第2の減算手段の出力に基づいて前記入力電圧検出回路の出力を前記補正電圧指令信号に近づけるように前記電力変換回路を制御する信号を形成する制御信号形成

(2)

特開2002-136192

2

回路とから成ることを特徴とする請求項1又は2記載の風力発電装置。

【請求項4】 風車と、

前記風車によって回転されるロータを有する交流発電機と、  
前記交流発電機に接続された整流回路と、  
前記整流回路に接続された電力変換回路と、  
前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、  
前記蓄電池又はコンデンサの電圧を検出する出力電圧検出回路と、  
前記蓄電池又はコンデンサの基準電圧値を設定する基準電圧設定器と、  
前記出力電圧検出回路と前記基準電圧設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記出力電圧検出回路から得られた出力検出電圧値が前記基準電圧値を超えた時に、前記電力変換回路の入力電圧 ( $V_{in}$ ) と出力電圧 ( $V_{out}$ ) との比 ( $V_{out}/V_{in}$ ) を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置。

【請求項5】 風車と、

前記風車によって回転されるロータを有する直流発電機と、  
前記直流発電機に接続された電力変換回路と、  
前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、  
前記蓄電池又はコンデンサの電圧を検出する出力電圧検出回路と、  
前記蓄電池又はコンデンサの基準電圧値を設定する基準電圧設定器と、  
前記出力電圧検出回路と前記基準電圧設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記出力電圧検出回路から得られた出力検出電圧値が前記基準電圧値を超えた時に、前記電力変換回路の入力電圧 ( $V_{in}$ ) と出力電圧 ( $V_{out}$ ) との比 ( $V_{out}/V_{in}$ ) を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置。

【請求項6】 更に、前記風車の回転数を検出する回転数検出器と、

前記電力変換回路の入力電圧  $V_{in}$  を検出する入力電圧検出回路とを有し、  
前記制御回路は、  
前記発電機の出力電圧を決定する発電機出力電圧決定手段と、  
前記出力電圧検出回路から得られた出力電圧検出値と前記基準電圧値との差 ( $\Delta F$ ) を求める第1の減算手段と、  
前記差 ( $\Delta F$ ) が零以下の時には係数値として1を送出し、前記差 ( $\Delta F$ ) が零よりも大きい時には1よりも小さい値の係数を送出する係数発生手段と、  
前記発電機出力電圧決定手段から得られた決定出力電圧に前記係数発生手段から得られた係数を乗算して補正電

圧指令信号を形成する乗算手段と、  
前記乗算手段の出力と前記入力電圧検出回路の出力との差 ( $\Delta V_{in}$ ) を求める第2の減算手段と、  
前記第2の減算手段の出力に基づいて前記入力電圧検出回路の出力を前記補正電圧指令信号に近づけるように電力変換回路を制御する信号を形成する制御信号形成回路とから成ることを特徴とする請求項4又は5記載の風力発電装置。

【請求項7】 風車と、

前記風車によって回転されるロータを有する交流発電機と、  
前記交流発電機に接続された整流回路と、  
前記整流回路に接続された電力変換回路と、  
前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、  
前記風車の回転数を検出するための回転検出器と、  
前記蓄電池又はコンデンサの電圧を検出する出力電圧検出回路と、  
前記変換回路の入力電圧 ( $V_{in}$ ) を検出する入力電圧検出回路と、  
前記風車の基準回転数を設定するための基準回転数設定器と、  
前記蓄電池又はコンデンサの基準電圧値を設定する基準電圧設定器と、  
前記回転検出器と前記出力電圧検出回路と基準回転数設定器と前記基準電圧設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記回転検出器から得られた検出回転数が前記基準回転数を超えた時と前記出力電圧検出回路から得られた検出電圧検出値が前記基準電圧値を超えた時とのいずれにおいても前記電力変換回路の入力電圧 ( $V_{in}$ ) と出力電圧 ( $V_{out}$ ) との比 ( $V_{out}/V_{in}$ ) を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置。

【請求項8】 風車と、

前記風車によって回転されるロータを有する直流発電機と、  
前記直流発電機に接続された電力変換回路と、  
前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、  
前記風車の回転数を検出するための回転検出器と、  
前記蓄電池又はコンデンサの電圧を検出する出力電圧検出回路と、  
前記変換回路の入力電圧 ( $V_{in}$ ) を検出する入力電圧検出回路と、  
前記風車の基準回転数を設定するための基準回転数設定器と、  
前記蓄電池又はコンデンサの基準電圧値を設定する基準電圧設定器と、  
前記回転検出器と前記出力電圧検出回路と基準回転数設定器と前記基準電圧設定器と前記電力変換回路とに接続

され、前記回転検出器から得られた検出回転数が前記基準回転数を超えた時と前記出力電圧検出回路から得られた検出電圧検出値が前記基準電圧値を超えた時とのいずれにおいても前記電力変換回路の入力電圧 ( $V_{in}$ ) と出力電圧 ( $V_{out}$ ) との比 ( $V_{out}/V_{in}$ ) を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置。

【請求項9】 更に、前記電力変換回路の入力電圧 ( $V_{in}$ ) を検出する入力電圧検出回路を有し、

10 前記制御回路は、  
前記発電機の出力電圧を決定する発電機出力電圧決定手段と、  
前記検出回転数と前記基準回転数との差 ( $\Delta F$ ) を示す第1の差信号を求める第1の減算手段と、  
前記第1の差信号が零以下の時には係数値として1を送出し、前記第1の差信号が零よりも大きい時には1よりも小さい値の係数を送出する第1の係数発生手段と、  
前記入力電圧検出回路から得られた入力電圧検出値と前記基準電圧値との差 ( $\Delta V$ ) を示す第2の差信号を求める  
20 第2の減算手段と、  
前記第2の差信号が零以下の時には係数値として1を送出し、前記第2の差信号が零よりも大きい時には1よりも小さい値の係数を送出する第2の係数発生手段と、  
前記第1の係数発生手段から得られた第1の係数と前記第2の係数発生手段から得られた第2の係数とが異なる値の時には小さい方の係数を選択して前記第1及び第2の係数が同一の値の時には前記第1及び第2の係数のいずれか一方を出力する係数選択手段と、  
前記発電機出力電圧決定手段から得られた決定電圧に前記係数選択手段から得られた係数を乗算して補正電圧指令信号を形成する乗算手段と、  
前記乗算手段の出力と前記入力電圧検出回路の出力との差 ( $\Delta V_{in}$ ) を求める第3の減算手段と、  
前記第3の減算手段の出力に基づいて前記入力電圧検出回路の出力を前記補正電圧指令信号に近づけるように前記電力変換回路を制御する信号を形成する制御信号形成回路とから成ることを特徴とする請求項7又は8記載の風力発電装置。

40 【請求項10】 前記電力変換回路は、直流ラインに直列に接続されたリアクトルと、前記リアクトルよりも出力側において対の直流ライン間に接続されたスイッチと、前記スイッチよりも出力側において直流ラインに直列に接続されたダイオードとから成ることを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の風力発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、風力を電力に変換する風力発電装置に関する。

【0002】

50 【従来の技術】 風力を電力に変換する風力発電装置は、

公害を出さない発電装置として注目され、実用化されてきている。特に容量が数kwクラスの小型風力発電装置は、庭園灯やポンプなどに利用されている。従来の小型風力発電装置は、風車と、風車が結合された交流発電機と、交流発電機に接続された整流回路と、整流回路に接続された蓄電池と、蓄電池に接続された負荷回路と、風車の回転数検出器と、発電機の対の出力端子間に接続された短絡器とから成る。短絡器は回転数検出器が基準値以上の回転数を検出した時に発電機の対の出力端子間を短絡して発電機を電氣的に制動する。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の短絡器を有する風力発電装置においては、強風時などで風車回転数が大きくなった時に、短絡器の作用によって過回転を防止し、高速回転に伴う破壊や騒音を防止することができる。しかしながら、短絡器により発電機の出力端子間を短絡することにより、発電電力が零になり、発電できなくなる。短絡器は、過回転防止の他に、蓄電池の過充電防止にも使用される。蓄電池が過充電状態になった時には、短絡器によって発電を零にし、過充電が解除されたら、短絡器による短絡を解除する。しかし、蓄電池の過充電とこの解除との繰返しによって蓄電池の寿命が短くなる。

【0004】そこで、本発明の第1の目的は、強風時において回転数を抑制しながら発電を維持することができる風力発電装置を提供することにある。本発明の第2の目的は、強風時において回転数を抑制しながら発電を維持することができ且つ蓄電池の充放電電流の変化を最小限に抑えることができる風力発電装置を提供することにある。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決し、上記目的を達成するための本発明は、風車と、前記風車によって回転されるロータを有する交流発電機と、前記交流発電機に接続された整流回路と、前記整流回路に接続された電力変換回路と、前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、前記風車の回転数を検出するための回転検出器と、前記風車の基準回転数を設定するための基準回転数設定器と、前記回転検出器と前記基準回転数設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記回転検出器から得られた検出回転数が前記基準回転数を超えた時に、前記電力変換回路の入力電圧(Vin)と出力電圧(Vout)との比(Vout/Vin)を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置に係わるものである。

【0006】なお、請求項2、5、8に示すように直流発電機を使用することができる。また、請求項3に示すように、請求項1又は2の発明において、更に、前記電力変換回路の入力電圧(Vin)を検出する入力電圧検出回路を有し、前記制御回路は、前記発電機の出力電圧を

決定する発電機出力電圧決定手段と、前記検出回転数と前記基準回転数との差( $\Delta F$ )を求める第1の減算手段と、前記差( $\Delta F$ )が零以下の時には係数値として1を送出し、前記差( $\Delta F$ )が零よりも大きい時には1よりも小さい値の係数を送出する係数発生手段と、前記発電機出力電圧決定手段から得られた決定出力電圧に前記係数発生手段から得られた係数を乗算して補正電圧指令信号を形成する乗算手段と、前記乗算手段の出力と前記入力電圧検出回路の出力との差( $\Delta Vin$ )を求める第2の減算手段と、前記第2の減算手段の出力に基づいて前記入力電圧検出回路の出力を前記補正電圧指令信号に近づけるように前記電力変換回路を制御する信号を形成する制御信号形成回路とから成ることが望ましい。また、請求項4に示すように、風車と、前記風車によって回転されるロータを有する交流発電機と、前記交流発電機に接続された整流回路と、前記整流回路に接続された電力変換回路と、前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、前記蓄電池又はコンデンサの電圧を検出する出力電圧検出回路と、前記蓄電池又はコンデンサの基準電圧値を設定する基準電圧設定器と、前記出力電圧検出回路と前記基準回電圧設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記出力電圧検出回路から得られた出力検出電圧値が前記基準電圧値を超えた時に、前記電力変換回路の入力電圧(Vin)と出力電圧(Vout)との比(Vout/Vin)を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置を構成することができる。また、請求項6に示すように、請求項4又は5の発明において、更に、前記風車の回転数を検出する回転数検出器と、前記電力変換回路の入力電圧Vinを検出する入力電圧検出回路とを有し、前記制御回路は、前記発電機の出力電圧を決定する発電機出力電圧決定手段と、前記出力電圧検出回路から得られた出力電圧検出値と前記基準電圧値との差( $\Delta F$ )を求める第1の減算手段と、前記差( $\Delta F$ )が零以下の時には係数値として1を送出し、前記差( $\Delta F$ )が零よりも大きい時には1よりも小さい値の係数を送出する係数発生手段と、前記発電機出力電圧決定手段から得られた決定出力電圧に前記係数発生手段から得られた係数を乗算して補正電圧指令信号を形成する乗算手段と、前記乗算手段の出力と前記入力電圧検出回路の出力との差( $\Delta Vin$ )を求める第2の減算手段と、前記第2の減算手段の出力に基づいて前記入力電圧検出回路の出力を前記補正電圧指令信号に近づけるように電力変換回路を制御する信号を形成する制御信号形成回路とから成ることが望ましい。また、請求項7に示すように、風車と、前記風車によって回転されるロータを有する交流発電機と、前記交流発電機に接続された整流回路と、前記整流回路に接続された電力変換回路と、前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、前記風車の回転数を検出するための回転検出器と、前記蓄電池又はコンデンサの電圧を検出する出力電圧検出回

7  
路と、前記変換回路の入力電圧 ( $V_{in}$ ) を検出する入力電圧検出回路と、前記風車の基準回転数を設定するための基準回転数設定器と、前記蓄電池又はコンデンサの基準電圧値を設定する基準電圧設定器と、前記回転検出器と前記出力電圧検出回路と基準回転数設定器と前記基準電圧設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記回転検出器から得られた検出回転数が前記基準回転数を越えた時と前記出力電圧検出回路から得られた検出電圧検出値が前記基準電圧値を超えた時とのいずれにおいても前記電力変換回路の入力電圧 ( $V_{in}$ ) と出力電圧 ( $V_{out}$ ) との比 ( $V_{out}/V_{in}$ ) を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置を構成することができる。また、請求項9に示すように、請求項7又は8の発明において、更に、前記電力変換回路の入力電圧 ( $V_{in}$ ) を検出する入力電圧検出回路を有し、前記制御回路は、前記発電機の出力電圧を決定する発電機出力電圧決定手段と、前記検出回転数と前記基準回転数との差 ( $\Delta F$ ) を示す第1の差信号を求める第1の減算手段と、前記第1の差信号が零以下の時には係数値として1を送出し、前記第1の差信号が零よりも大きい時には1よりも小さい値の係数を送出する第1の係数発生手段と、前記入力電圧検出回路から得られた入力電圧検出値と前記基準電圧値との差 ( $\Delta V$ ) を示す第2の差信号を求める第2の減算手段と、前記第2の差信号が零以下の時には係数値として1を送出し、前記第2の差信号が零よりも大きい時には1よりも小さい値の係数を送出する第2の係数発生手段と、前記第1の係数発生手段から得られた第1の係数と前記第2の係数発生手段から得られた第2の係数とが異なる値の時には小さい方の係数を選択して前記第1及び第2の係数が同一の値の時には前記第1及び第2の係数のいずれか一方を出力する係数選択手段と、前記発電機出力電圧決定手段から得られた決定電圧に前記係数選択手段から得られた係数を乗算して補正電圧指令信号を形成する乗算手段と、前記乗算手段の出力と前記入力電圧検出回路の出力との差 ( $\Delta V_{in}$ ) を求める第3の減算手段と、前記第3の減算手段の出力に基づいて前記入力電圧検出回路の出力を前記補正電圧指令信号に近づけるように前記電力変換回路を制御する信号を形成する制御信号形成回路とから成ることが望ましい。また、請求項10に示すように、前記電力変換回路は、直流ラインに直列に接続されたリアクトルと、前記リアクトルよりも出力側において対の直流ライン間に接続されたスイッチと、前記スイッチよりも出力側において直流ラインに直列に接続されたダイオードとから成ることが望ましい。

【0007】

【発明の効果】各請求項の発明によれば、強風時に電力変換回路の入力電圧即ち発電機出力電圧が低下する。これにより、風車及び発電機の回転数の上昇が抑制される。発電機から蓄電池及び負荷に供給される電力は強風

時においても維持されるので、電力の継続的供給が可能になる。また、蓄電池の充放電の幅が狭くなる。

【0008】

【実施形態】次に、図1～図7を参照して本発明の実施形態に係わる風力発電装置を説明する。

【0009】

【第1の実施形態】図1に示す第1の実施形態の風力発電装置は、風車1と、この風車1によって回転されるロータを有する交流発電機2と、この交流発電機2に接続された整流回路3と、平滑用コンデンサ4と、この平滑用コンデンサ4に接続された電力変換回路5と、この電力変換回路5に接続された蓄電池6と、この蓄電池6に接続された負荷7と、風車1の回転数を検出するための回転数検出器8即ち速度検出器と、電力変換回路5の入力電圧即ちコンデンサ4の電圧を検出する入力電圧検出回路9と、制御回路10とから成る。

【0010】電力変換回路5は、平滑用コンデンサ4に接続された第1及び第2の直流電源ライン11、12に接続され、入力電圧  $V_{in}$  と出力電圧  $V_{out}$  との比  $V_{out}/V_{in}$  を変えることができるように構成されており、例えば図2に示すようにリアクトル  $L1$  と電界効果トランジスタから成るスイッチ  $Q1$  と逆流阻止用ダイオード  $D1$  から成る。リアクトル  $L1$  は第1の直流電源ライン11に直列に接続されている。スイッチ  $Q1$  はリアクトル  $L1$  の出力側において第1及び第2の直流電源ライン11、12間に接続されている。ダイオード  $D1$  は蓄電池6をスイッチ  $Q1$  に対して並列に接続するように第1の直流電源ライン11に直列に接続されている。なお、ダイオード  $D1$  をスイッチ  $Q1$  よりも出力側において第2の直流電源ライン12に接続することもできる。また、この実施形態では蓄電池6が平滑用コンデンサの作用を兼用しているが、平滑用コンデンサを蓄電池6に接続することもできる。

【0011】スイッチ  $Q1$  は制御回路10から供給される制御信号即ちゲート・ソース間電圧にตอบสนองしてオン・オフする。スイッチ  $Q1$  のデューティ比即ち通電率  $Don$  と入力電圧  $V_{in}$  と出力電圧  $V_{out}$  との関係は次の(1)式に示す通りである。

$$V_{out}/V_{in} = 1/(1 - Don) \quad \dots (1)$$

【0012】回転数検出器8は風車1即ち発電機2のロータの回転数即ち回転速度を周知の方法で検出して回転数検出信号  $F_d$  を出力する。入力電圧検出回路9は電力変換回路5の入力電圧  $V_{in}$  を検出して電圧検出信号  $V_{in}$  を出力する。ここでは説明を容易にするために入力電圧検出回路9の入力電圧と出力電圧との両方を  $V_{in}$  で示す。この入力電圧  $V_{in}$  は発電機2の出力電圧に相当する。

【0013】制御回路10は、回転数検出器8と電圧検出回路9と電力変換回路5とに接続され、回転数検出器8から得られた検出回転数  $F_d$  が基準回転数  $F_r$  を超え

た時に、電力変換回路5の入力電圧 $V_{in}$ と出力電圧 $V_{out}$ との比 $V_{out}/V_{in}$ を大きくするように電力変換回路5を制御する。更に詳しく説明すると、制御回路10は、風車1の制限回転数に相当する基準回転数 $F_r$ を設定するための基準回転数設定器13と、回転数検出器8で検出された検出回転数 $F_d$ において発電機2から最大電力を得ることができる発電機2の出力電圧を決定する発電機出力電圧決定手段としての電圧決定テーブル14と、検出回転数 $F_d$ と基準回転数 $F_r$ との差 $\Delta F$ を求める第1の減算手段としての減算器15と、回転数差 $\Delta F$ が零以下の時には係数値として1を送出し、回転数差 $\Delta F$ が零よりも大きい時には1よりも小さい値を係数として送出する係数発生手段としての係数テーブル16と、発電機出力電圧決定テーブル14から得られた決定出力電圧 $V_1$ に係数テーブル16から得られた係数 $K$ を乗算して補正電圧指令信号 $V_2$ を形成する乗算手段としての乗算器17と、乗算器17から得られた入力電圧指令信号 $V_2$ と入力電圧検出回路9から得られた検出電圧 $V_{in}$ との差 $\Delta V_{in}$ を求める第2の減算手段としての減算器18と、第2の減算器18から得られる電圧差 $\Delta V_{in}$ に基づいて入力電圧検出回路9の出力 $V_{in}$ を補正電圧指令信号 $V_2$ に近づけるように電力変換回路5を制御する信号を形成する制御信号形成回路としての制御演算器19及びパルス発生器20とから成る。なお、基準回転数設定器13を制御回路10の外に設けることができる。

【0014】電圧決定テーブル14は、メモリから成り、図4に示す回転数 $F_d$ と最大電力を得る発電機出力電圧 $V_1$ との関係が格納されている。テーブル14には全ての回転数 $F_d$ に対する電圧 $V_1$ を格納してもよいし、段階的に選択された回転数 $F_d$ とその電圧 $V_1$ とを格納してもよい。検出回転数 $F_d$ に対応するデータがテーブル14に無い時には検出回転数 $F_d$ に近い回転数のデータを使用する。また、テーブル14の代りに図4の特性線を示す演算式をメモリに格納し、検出回転数 $F_d$ を演算式に代入して電圧 $V_1$ を決定することもできる。

【0015】電圧 $V_1$ は発電機2から最大電力を得ることができる発電機2の出力電圧及び電力変換回路5の入力電圧を示す。図4の $F_d$ と $V_1$ との関係は、実験的に求められた図3の発電機出力電圧 $V_0$ と発電機出力電力 $P_0$ との関係から決定されている。図3の特性線A1は166rpm、A2は237rpm、A3は330rpm、A4は425rpm、A5は590rpmにおける出力電圧 $V_0$ と出力電力 $P_0$ との関係を示している。図3の各回転数の最大電力を得ることができる点の出力電圧 $V_0$ とその回転数 $F_d$ との関係を求めると図4の特性が得られる。なお、図4と同様な特性は、容量の異なる別の発電機においても実験的に同様に得ることができる。

【0016】電圧決定テーブル14は、回転数検出器8から得られた検出回転数 $F_d$ をアドレス信号として使用

し、これに対応する目標電圧 $V_1$ を示す信号を出力する。強風でない時にはテーブル14から出力される電圧 $V_1$ が発電機2の目標出力電圧となる。

【0017】第1の減算器15は、回転数検出器8から得られた検出回転数 $F_d$ から基準回転数 $F_r$ を減算して $F_d - F_r = \Delta F$ を求める。 $\Delta F$ が $\Delta F \leq 0$ の条件にある時には風車1の回転数の制限が不要であることを示し、 $\Delta F > 0$ の時には風車1の回転数を制限することが必要であることを示す。

【0018】係数発生手段としての係数テーブル16は、メモリから成り、 $\Delta F \leq 0$ に対応して係数 $K = 1$ を格納し、 $\Delta F > 0$ に対応して1よりも小さい係数 $K$ を格納している。第1の減算器15の出力が $\Delta F > 0$ の時は $0 < K < 1$

を満足する係数が選ばれる。この時の $K$ の値を $1/\Delta F$ とすることができる。これにより、 $\Delta F > 0$ の時に $\Delta F$ の値に反比例的に変化する係数 $K$ を得ることができる。係数テーブル16は $\Delta F$ の値をアドレスとして $\Delta F$ の値に対応した係数 $K$ を出力する。メモリに多数の $\Delta F$ の値と多数の係数 $K$ の値との関係を示すデータを格納する代りに、 $\Delta F$ と $K$ との関係を示す演算式を格納し、この演算式に $\Delta F$ の値を代入して係数 $K$ を決定することもできる。

【0019】乗算器17はテーブル14から出力された電圧 $V_1$ にテーブル16から出力された係数 $K$ を乗算して $KV_1 = V_2$ を求め、これを出力する。 $V_2$ は強風時の補正が施された電圧指令信号である。

【0020】第2の減算器18は、 $V_{in} - V_2 = \Delta V_{in}$ の演算を行って入力電圧検出信号 $V_{in}$ と電圧指令信号 $V_2$ との差を示す信号を出力する。

【0021】 $\Delta V_{in}$ を入力とする制御演算器19は、例えば周知の比例積分回路(PI回路)から成り、 $\Delta V_{in}$ に対応する通電率信号 $Don$ を形成する。要するに、 $\Delta V_{in}$ を平滑化した信号に相当する通電率信号 $Don$ 即ちデューティ指令信号を得る。

【0022】スイッチ制御信号形成手段としてのパルス発生器20は、通電率信号 $Don$ で指定された幅のパルスを有する制御信号 $V_g$ を形成し、電力変換回路5のスイッチ $Q_1$ のゲートに送る。このパルス発生器20は図2に概略的に示すように鋸波発生器20aと比較器20bとから成る。鋸波発生器20aは例えば20~150kHzの繰返し周波数で鋸波電圧 $V_t$ を発生する。比較器20bは鋸波電圧 $V_t$ と通電率信号 $Don$ とを周知の方法で比較してPWMパルスから成る制御信号 $V_g$ を出力する。

【0023】パルス発生器20の出力パルスに応答してスイッチ $Q_1$ がオンになると、図1のコンデンサ4と図2のリアクトル $L_1$ とスイッチ $Q_1$ とから成る経路に電流が流れ、リアクトル $L_2$ にエネルギーが蓄積される。スイッチ $Q_1$ がオフになると、コンデンサ4とリアクトル

L1とダイオードD1と蓄電池6及び負荷7とから成る経路に電流が流れる。電力変換回路5の入力電圧Vinと出力電圧Voutとの比は前述した(1)式で決定される。蓄電池6及び負荷7が比較的大きい場合には、通電率Donを大きくしても、出力電圧Voutとさほど高くなり、相対的に入力電圧Vinが低くなる。電力変換回路5の入力電圧Vinは発電機2の出力電圧V0に相当するので、強風時に入力電圧Vinが低く抑えられると、発電機2の回転数も抑えられる。

【0024】本実施形態は次の効果を有する。

(1) 風車回転数Fdが基準回転数Frよりも低い時には、発電電力が最大になるように入力電圧Vinが制御され、強風等によって風車回転数Fdが基準回転数Fr以上になると、入力電圧Vinを低くする制御が生じ、風車回転数Fdが低下し、風車回転数Fdと発電機出力電圧Vinとが適当な値でバランスする。この結果、発電電力を零にすることなく、風車1の最大回転数を抑制することができる。要するに、蓄電池6及び負荷7への発電機2からの電力供給を維持して風車1の回転数を抑制することができる。

(2) テーブル14、16を使用することによって、非強風時において最大発電電力を得るための制御、及び強風時において回転数を制限するための制御を容易に達成することができる。

(3) 強風時にも発電電力が有るので、蓄電池6の極端な充放電を防ぐことができる。

【0025】

【第2の実施形態】次に、図5に示す第2の実施形態の風力発電装置を説明する。但し、図5において図1と実質的に同一の部分には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0026】図5の風力発電装置は、図1の基準回転数設定器13の代りに基準電圧設定器13aを有する制御回路10aを設け、また、新たに出力電圧検出回路30を設け、第1の減算器15aによって出力電圧検出値Voutと基準電圧Vrとの差 $\Delta V$ を求め、この差 $\Delta V$ を係数テーブル16aに送るよう形成し、この他は図1と同一に形成したものである。なお、基準電圧設定器13を制御回路10aの外に設けることができる。

【0027】基準電圧設定器13aは、蓄電池6の過電圧レベルを示す基準電圧Vrを出力する。出力電圧検出回路30は蓄電池6の電圧を検出する。ここでは出力電圧検出回路30の入力電圧及び出力電圧の両方をVoutで示すことにする。第1の減算器15aは、出力電圧検出値Voutと基準電圧Vrとの差を示す $Vout - Vr = \Delta V$ を出力する。

【0028】メモリから成る係数テーブル16aには $\Delta V \leq 0$ の時即ち $\Delta V$ が零又は負の値に対応させて係数値1、 $\Delta V > 0$ の時即ち $\Delta V$ が正の値に対応させて1よりも小さい係数値が格納されている。 $\Delta V > 0$ の時の係数

値Kは例えば $1/\Delta V$ で決定することができる。図5の乗算器17の出力側の部分は図1と同一に形成されているので、図1と同様な制御動作が生じる。

【0029】図5の風力発電装置では、蓄電池6の電圧の検出に基づいて強風状態を判断し、風車1の回転数を抑制している。即ち、強風状態となって発電機2の出力電圧及び電力変換器5の入力電圧Vinが上昇すると、蓄電池6の充電電圧も高くなる。この充電電圧が基準電圧Vr以上の時即ち $Vout - Vr = \Delta V$ が零又は正の値の時には1よりも小さい係数Kが出力される。この結果、出力電圧Voutが高い時には、テーブル14の出力電圧V1よりも低い電圧指令信号V2が乗算器17から得られる。これにより、図5の風力発電装置において、強風時又は過充電時に電力変換回路5の入力出力電圧を下げる動作即ち入力電圧Vinを下げる動作が生じ、風車1の回転数の上昇が抑制され、且つ蓄電池6の過充電が防止される。従って、第2の実施形態によっても第1の実施形態と同様な効果が得られる。

【0030】

【第3の実施形態】次に、図6に示す第3の実施形態の風力発電装置を説明する。但し、図6において図1及び図5と実質的に同一の部分には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0031】図6の風力発電装置は、図1の風力発電装置に図5の出力電圧検出回路30、基準電圧設定器13a、減算器15a、係数テーブル16aを付加し、新たに係数選択手段31を設けたものに相当する。図6の変形された制御回路10bの電圧決定テーブル14及び係数テーブル16の出力は図1の装置と同様に決定される。図6の係数テーブル16aの出力は図5と同様に決定される。ここでは、第1及び第2の係数テーブル16、16aの出力をK1、K2で区別する。

【0032】選択手段31は、第1の係数発生手段としての第1の係数テーブル16から得られた第1の係数K1と第2の係数発生手段としての第2の係数テーブル16aから得られた第2の係数K2とが異なる値を有する時には小さい方の係数を選択し、これを係数Kとして乗算器17に送り、また第1及び第2の係数K1、K2が同一値の時には同一の値を係数Kとして乗算器17に送る。従って、乗算器17から得られる電圧指令値V2は強風による風車1の回転数が過大の時と蓄電池6の過充電の時とのいずれにおいても制限されてV1よりも小さくなり、電力変換器5の入力電圧Vin即ち発電機2の出力電圧が低下し、風車1の回転数の抑制及び蓄電池6の過充電防止が達成される。この結果、第3の実施形態によっても第1の実施形態と同一の効果を得ることができる。

【0033】

【第4の実施形態】次に、図7に示す第4の実施形態の風力発電装置を示す。但し、図7において図1と実質的

に同一の部分には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0034】図7の風力発電装置は、図1の交流発電機2と整流回路3と平滑用コンデンサ4の代りに直流発電機2aを設け、この他は図1と同一に構成したものである。図7に示すように直流発電機2aを使用する場合においても第1の実施形態と同一の効果を達成することができる。

【0035】

【変形例】本発明は上述の実施形態に限定されるものでなく、例えば次の変形が可能なものである。

(1) 図5及び図6の風力発電装置においても、交流発電機2及び整流回路3の代りに図7と同様に直流発電機2aを使用することができる。

(2) 電力変換回路5を变形することができる。

(3) 制御回路10、10a、10bの一部又は全部をデジタル回路で構成することができる。

(4) パルス発生器20をカウンタで構成することができる。この場合カウンタは1周期のクロックパルスに20 応答して計数を開始し、通電率Donを示す値になった時に計数を終了し、通電率DonのPWMパルスを出力する。

(5) 電圧決定テーブル14で決定する電圧V1は一定値でもよい。また、発電機2の最大電力を得るための電圧V1を風速又は発電電力によって決定することがで

きる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態の風力発電装置を示すブロック図である。

【図2】図1の電力変換回路及びパルス発生器を詳しく示す回路図である。

【図3】風力発電機の第1～第5の回転数における出力電圧と発生電力との関係を示す図である。

【図4】風力発電機の回転数と最大電力を得ることができる出力電圧との関係を示す図である。

【図5】第2の実施形態の風力発電装置を示すブロック図である。

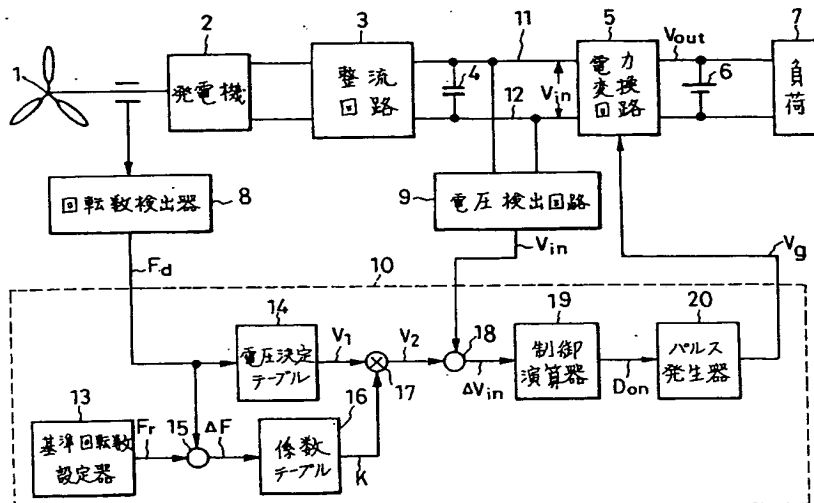
【図6】第3の実施形態の風力発電装置を示すブロック図である。

【図7】第4の実施形態の風力発電装置を示すブロック図である。

【符号の説明】

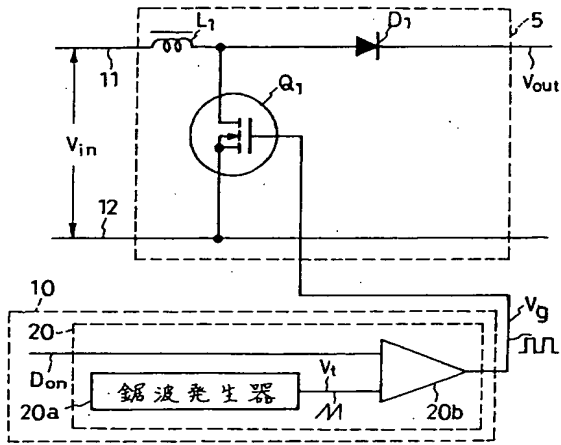
- 1 風車
- 2 発電機
- 3 整流回路
- 4 コンデンサ
- 5 電力変換回路
- 6 蓄電池
- 7 負荷
- 10 制御回路

【図1】

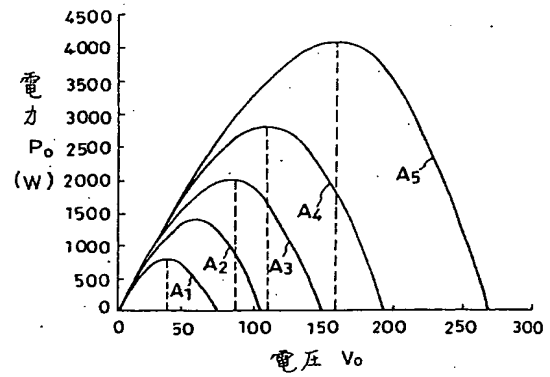




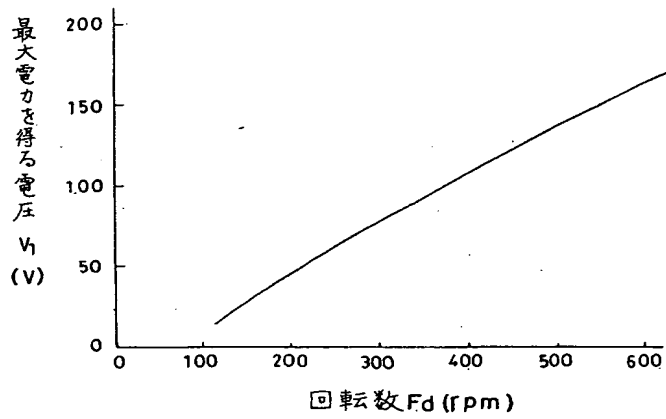
【図2】



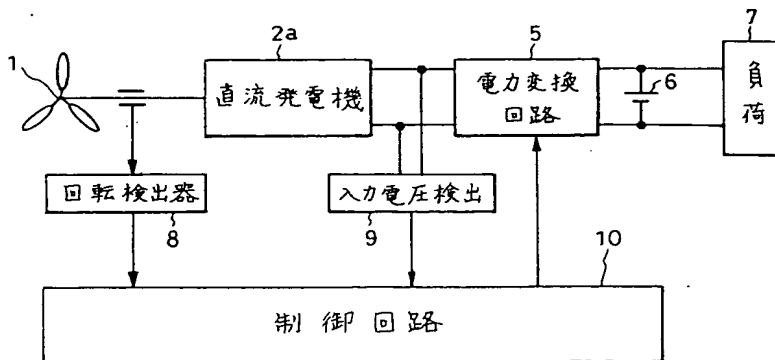
【図3】



【図4】



【図7】



The diagram illustrates a power supply system with feedback control. The main power path consists of a generator (1), a generator (2), a rectifier circuit (3), a filter capacitor (4), a power converter (5), and a load (7). The power converter (5) is controlled by a feedback control unit (13a, 14, 15a, 16a, 17, 18, 19, 20). The feedback control unit receives inputs from a feedback detector (8) and a voltage detector (9). The feedback detector (8) outputs a signal  $F_d$  to the feedback control unit. The voltage detector (9) outputs a signal  $V_{in}$  to the feedback control unit. The feedback control unit also receives a reference voltage  $V_r$  from a reference voltage setting unit (13a). The feedback control unit outputs a control signal  $V_g$  to the power converter (5). The power converter (5) outputs a voltage  $V_{out}$  to the load (7). The voltage output circuit (10a) outputs a voltage  $V_g$  to the feedback control unit. The feedback control unit also includes a pulse generator (20) that outputs a pulse signal  $D_{on}$  to the power converter (5).

The diagram illustrates a power supply system with a feedback control loop. The main power path consists of a generator (1) connected to a rectifier circuit (3) via a transformer (2). The rectifier output is connected to a power converter (5) through a filter (4). The power converter's output is connected to a load (7) through a filter (6). The output voltage is labeled  $V_{out}$ . A feedback loop is formed by a feedback detector (8) that monitors the output voltage and a feedback controller (9) that adjusts the power converter. The feedback controller is connected to the power converter via a feedback signal line (10b). The power converter is also connected to a feedback signal line (10a) that provides a reference voltage  $F_d$  to the feedback detector. The feedback detector also receives a reference voltage  $V_r$  from a reference voltage source (13a). The feedback detector outputs a feedback signal  $F_r$  to a summing junction (15). The summing junction also receives a reference voltage  $V_r$  from the reference voltage source (13a). The output of the summing junction is a feedback signal  $\Delta F$  that is fed into a feedback gain table (16). The feedback gain table outputs a feedback gain  $K_1$  to a selector switch (31). The selector switch also receives a reference voltage  $V_r$  from the reference voltage source (13a). The selector switch outputs a feedback signal  $K$  to a summing junction (17). The summing junction also receives a reference voltage  $V_r$  from the reference voltage source (13a). The output of the summing junction is a feedback signal  $\Delta V$  that is fed into a feedback gain table (16a). The feedback gain table outputs a feedback gain  $K_2$  to the selector switch (31). The selector switch outputs a feedback signal  $K$  to the summing junction (17). The summing junction outputs a feedback signal  $\Delta V$  to a control calculator (20). The control calculator outputs a control signal  $Don$  to a pulse generator (20). The pulse generator outputs a pulse signal  $Don$  to the power converter (5). The power converter also receives a reference voltage  $F_d$  from the feedback detector (8). The power converter outputs a feedback signal  $V_2$  to a summing junction (17). The summing junction also receives a reference voltage  $V_r$  from the reference voltage source (13a). The output of the summing junction is a feedback signal  $\Delta V$  that is fed into the control calculator (20). The control calculator outputs a control signal  $Don$  to the pulse generator (20). The pulse generator outputs a pulse signal  $Don$  to the power converter (5).

(72)発明者 佐藤 伸二  
埼玉県新座市北野三丁目6番3号 サンケ  
ン電気株式会社内

F ターム(参考) 3H078 AA02 AA26 BB04 BB07 BB11  
BB12 CC02 CC22 CC32 CC54  
CC56 CC62 CC73  
5H590 AA02 AB04 AB05 CA14 CC01  
CC11 CD01 CD03 EA07 EA13  
FA05 FA08 FB01 FC11 GA02  
GA10 HA02 HA27 JB02 JB07  
JB12

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**